REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

SANEAMENTO BÁSICO E SEGURANÇA HÍDRICA NA AMAZÔNIA OCIDENTAL: ASPECTOS DA PORTABILIDADE DA ÁGUA EM POÇOS RASOS ENTRE OS ANOS DE 2019 E 2022 NA ZONA CONSOLIDADA DA CIDADE DE RIO BRANCO, ACRE, BRASIL

BASIC SANITATION AND WATER SECURITY IN THE WESTERN AMAZON: WATER POTABILITY IN SHALLOW WELLS IN THE CONSOLIDATED ZONE OF RIO BRANCO, ACRE, BRAZIL, FROM 2019 TO 2022

Ciências Exatas e da Terra, Ciências Humanas • 15/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/794579010

Gabriel Aguiar da Silva[1]

Alexsande de Oliveira Franco[2]

Anderson Azevedo Mesquita[3]

Araújo Santana da Rocha[4]

Miguel Zampiva de Oliveira Franco[5]

Leandro Antônio Bezerra Canizo[6]

Rodrigo Otávio Perea Serrano[7]

RESUMO

O artigo analisa a qualidade microbiológica da água de poços rasos na Zona Consolidada de Rio Branco, Acre, entre 2019 e 2022. A pesquisa avaliou 281 laudos disponibilizados pela Unidade de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Acre. Os resultados das análises de coliformes totais e fecais foram organizados, georreferenciados e representados por mapas de densidade Kernel, permitindo identificar padrões espaciais e áreas com maior concentração de amostras com presença desses microrganismos. Em todos os anos analisados, mais de 60% das amostras apresentaram coliformes totais e/ou fecais. As concentrações variaram espacialmente, com recorrência em bairros como Bosque, Isaura Parente, Vila Ivonete, Conquista e Estação Experimental. Os resultados indicam problemas na qualidade microbiológica da água e evidenciam desafios para a segurança hídrica na área estudada. A pesquisa destaca a importância da ampliação dos serviços de saneamento básico, da orientação da população sobre o uso de poços e do monitoramento periódico da água subterrânea. A análise espacial contribui para identificar áreas prioritárias para investigação e planejamento de ações públicas.

Palavras-chave: qualidade microbiológica da água; poços rasos; coliformes; segurança hídrica; densidade Kernel.

ABSTRACT

This article examines the microbiological quality of water from shallow wells in the Consolidated Zone of Rio Branco, Acre, Brazil, from 2019 to 2022. The study assessed 281 reports provided by the Food Technology Unit at the Federal University of Acre. Results for total and fecal coliforms were organized, georeferenced, and represented using Kernel density maps to identify spatial patterns and areas with higher concentrations of samples showing these

microorganisms. In every year analyzed, more than 60% of the samples showed total and/or fecal coliforms. Concentrations varied spatially, with recurring clusters in neighborhoods such as Bosque, Isaura Parente, Vila Ivonete, Conquista, and Estação Experimental. The findings indicate microbiological water quality concerns and reveal challenges to water security in the study area. The study highlights the need to expand basic sanitation services, inform residents about the use of well water, and monitor groundwater regularly. Spatial analysis helps identify priority areas for further investigation and the planning of public actions.
Keywords: microbiological water quality; shallow wells; coliforms; water security; Kernel density.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso fundamental para a existência e o desenvolvimento dos seres vivos. Para ser considerada própria para o consumo humano, porém, deve apresentar qualidade adequada. Segundo Merten e Minella (2002), qualidade não significa necessariamente pureza absoluta, mas corresponde ao atendimento de parâmetros relacionados às características químicas, físicas e biológicas da água. No Brasil, esses parâmetros são estabelecidos pelo Ministério da Saúde, entre outros instrumentos, pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 (Brasil, 2021), que busca prevenir a transmissão de doenças.

Entretanto, parte da população não tem acesso à água de qualidade em razão da ausência de um sistema público de abastecimento. De acordo com o Trata Brasil (2021), em 2021, 15,8% da população brasileira não tinha acesso à água; em Rio Branco, esse percentual chegava a 39,3%. Nesse cenário, os poços rasos surgem como

alternativa principal ou complementar de abastecimento para parte da população da Zona Consolidada de Rio Branco. Essa zona é urbanizada, apresenta processo de verticalização, concentra estabelecimentos comerciais, equipamentos e serviços, possui alta densidade populacional e dispõe de melhores condições de infraestrutura e de equipamentos públicos (Rio Branco, 2016).

No entanto, a ocupação e o uso irregular do solo nessa zona tornam desafiadora a preservação da qualidade da água subterrânea, pois diversos fatores podem contribuir para sua contaminação. Um dos principais está relacionado ao déficit de saneamento básico, especialmente à insuficiência de coleta e tratamento de esgoto. Segundo o Trata Brasil (2021), em 2021, 77,3% da população de Rio Branco não era atendida pela coleta de esgoto e apenas 19,9% do esgoto era tratado.

Para Capp et al. (2012), o déficit de saneamento básico, a falta de proteção adequada dos poços e a proximidade de possíveis fontes de contaminação podem afetar a qualidade da água subterrânea e a saúde de quem a consome, favorecendo a ocorrência de doenças de veiculação hídrica. Nesse cenário, a segurança hídrica fica comprometida. A segurança hídrica corresponde à capacidade individual e coletiva de acessar água em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades básicas e econômicas, sem comprometer a conservação dos ecossistemas (Castro, 2022). Esse conceito é relevante para o equilíbrio hídrico em diferentes escalas.

A problemática desta pesquisa parte da hipótese de que a Zona Consolidada de Rio Branco enfrenta problemas de qualidade microbiológica da água dos poços rasos, o que caracteriza uma situação de insegurança hídrica e pode oferecer riscos à saúde da

população. Em 2021, Rio Branco registrou 112 internações por doenças de veiculação hídrica, três das quais resultaram em óbito (Trata Brasil, 2021).

Espera-se que este estudo contribua para ampliar o conhecimento sobre as condições higiênico-sanitárias da água dos poços na Zona Consolidada e subsidiar políticas públicas voltadas à área. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica da água de poços rasos na Zona Consolidada de Rio Branco, entre 2019 e 2022. Especificamente, buscou-se caracterizar os aspectos microbiológicos da água e identificar, por meio de mapas de calor, as áreas com maior concentração de poços cujas amostras apresentaram resultados em desacordo com a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

a) Caracterização da Área de Estudo

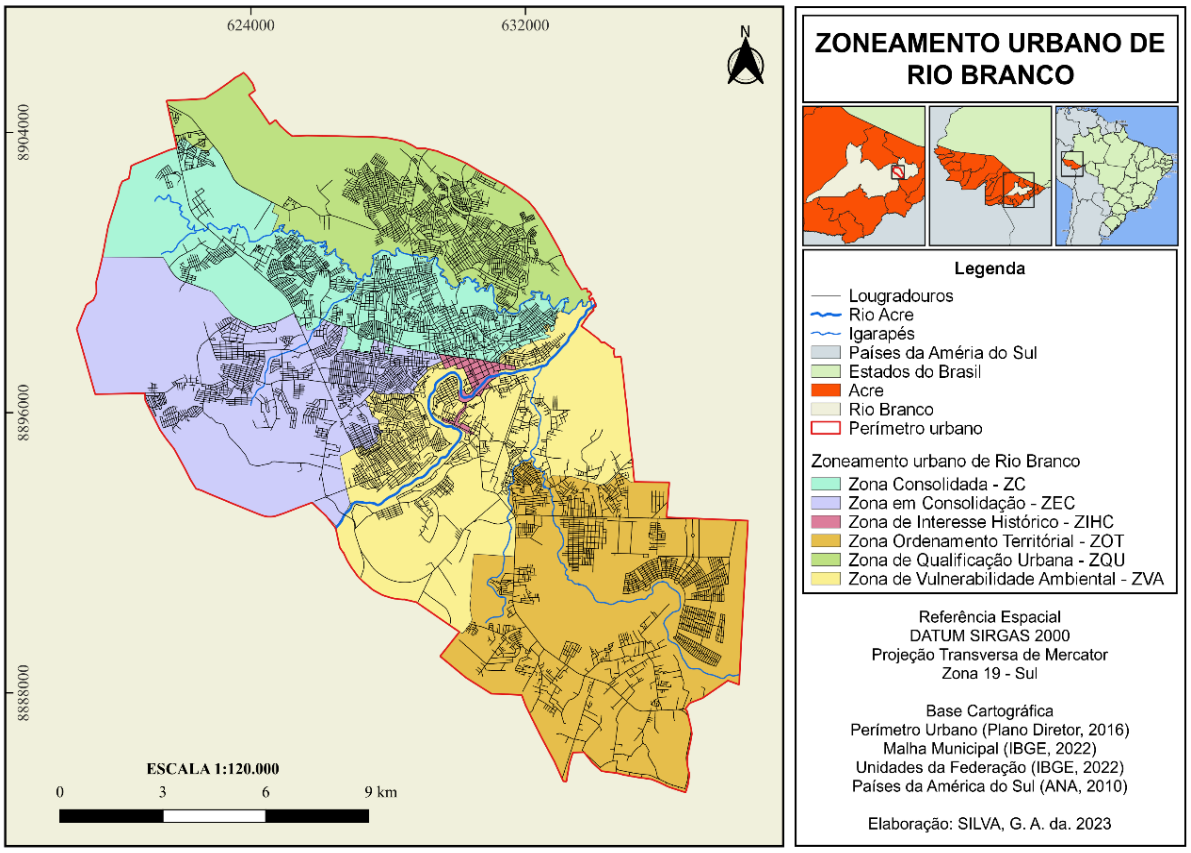
A formação dos bairros de Rio Branco está diretamente relacionada ao crescimento urbano desordenado. Mendonça et al. (2020) destacam que a cidade passou por intenso processo de urbanização a partir das décadas de 1970 e 1980, impulsionado pela migração do campo para a cidade. A expansão territorial resultou na formação de novos bairros, que ocuparam áreas anteriormente cobertas por florestas e várzeas, por meio de ocupações e loteamentos clandestinos. Esse processo contribuiu para problemas como a falta de saneamento básico e a violência (Mendonça et al., 2020).

Diante desse crescimento, tornou-se necessário estabelecer regras para as construções e para o uso, a ocupação e o parcelamento do território municipal, considerando o interesse coletivo. Nesse

contexto, foi instituído o Plano Diretor de Rio Branco pela Lei nº 1.611, de 27 de outubro de 2006 (Rio Branco, 2006). O Plano Diretor de Rio Branco busca criar condições favoráveis à construção de moradias de interesse social e ampliar o acesso da população a habitações adequadas, independentemente de sua condição social. Também visa promover uma distribuição equitativa e sustentável do desenvolvimento urbano, de modo que a expansão da cidade ocorra de forma planejada e eficiente (Rio Branco, 2006).

O Plano Diretor também definiu o zoneamento municipal, com regulamentações e ações específicas para atender às necessidades de cada área e promover a consolidação urbana, a revitalização, a regularização, a conservação ambiental e o crescimento econômico equilibrado. Posteriormente, a Lei nº 2.222, de 26 de dezembro de 2016, delimitou o novo perímetro urbano e estabeleceu o macrozoneamento urbano, composto por seis zonas (Rio Branco, 2016), conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1. Zoneamento Urbano de Rio Branco



Fonte: elaborado pelos autores (2023).

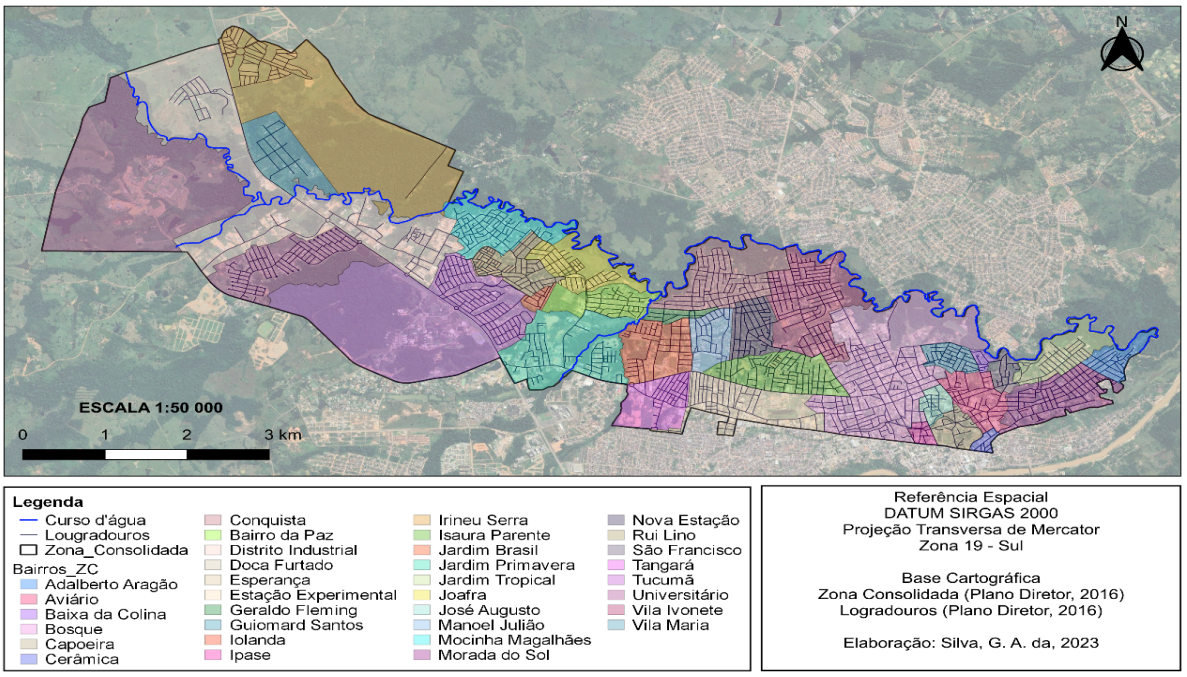
As zonas distribuem-se pelo perímetro urbano de Rio Branco e apresentam características próprias. A Zona Consolidada corresponde à área urbanizada que concentra atividades comerciais, equipamentos, serviços e moradias, além de apresentar alta densidade populacional e melhores condições de infraestrutura. A Zona em Consolidação caracteriza-se pela média densidade populacional, pela presença de numerosos vazios urbanos e pelo potencial de adensamento. A Zona de Qualificação Urbana apresenta baixa densidade populacional e de ocupação, infraestrutura parcialmente instalada, carência de serviços e condicionantes que limitam a verticalização. A Zona de Ordenamento Territorial possui elevado índice de irregularidade fundiária, infraestrutura parcialmente instalada, muitos vazios urbanos e carência de equipamentos e serviços, além de potencial para a implantação de habitação de interesse social. A Zona de Vulnerabilidade Ambiental apresenta densidade populacional

variável e é marcada por fragilidades e riscos físico-ambientais, como alagamentos, desbarrancamentos e assoreamento.

Já a Zona de Interesse Histórico-Cultural reúne lugares e patrimônios materiais e imateriais relevantes para a história, a memória e a identidade de Rio Branco. De acordo com a Lei nº 2.222, de 26 de dezembro de 2016, a Zona Consolidada tem como objetivo otimizar o uso do espaço urbano por meio de um desenvolvimento mais compacto e eficiente, que inclui a verticalização. Essa estratégia busca otimizar os investimentos em infraestrutura e fortalecer as atividades culturais, esportivas, de lazer, comerciais e de serviços. A lei também prevê a promoção de um sistema de transporte eficiente e inclusivo e a preservação do ambiente natural e dos patrimônios histórico e cultural (Rio Branco, 2016).

A pesquisa foi restrita a Zona Consolidada que possui cerca de 35 bairros (figura 2), pois foi a zona onde houve mais disponibilidade de laudos de análise. Com isso foi possível analisar a qualidade da água em relação aos de poços rasos. Nesse local há concentração de comércios, equipamentos, serviços e uma alta densidade populacional. Ela situa-se entre as coordenadas 9°51’ S e 67°86’ e 67°81’ W, e com uma área de 33,57 km^2.

Figura 2. Bairros da Zona Consolidada de Rio Branco



Fonte: Rio Branco (2016). Elaboração: autores.

A pesquisa bibliográfica foi realizada em periódicos, dissertações, teses e outras bases de dados, com o propósito de fundamentar a discussão sobre qualidade da água e saneamento básico. Entre os métodos utilizados para avaliar a qualidade da água está a análise microbiológica, que pode verificar a presença de coliformes totais e termotolerantes. Como essas bactérias habitam normalmente o intestino de seres humanos e de outros animais, sua presença é utilizada como indicador de possível contaminação fecal. Concentrações mais elevadas podem indicar maior possibilidade de contaminação por organismos patogênicos (Brasil, 2006).

Os coliformes totais compreendem bactérias que podem ser caracterizadas como bacilos Gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos e capazes de fermentar lactose, com produção de gás, em 24 a 48 horas, a 35 °C. Os coliformes fecais, também denominados termotolerantes, correspondem a um subgrupo capaz de fermentar lactose em temperaturas entre 44,5 °C e 45,5 °C, no período de 24 horas. A

Escherichia coli (E. coli) é a principal representante desse grupo e está associada à contaminação de origem fecal (Brasil, 2006).

A Portaria GM/MS n° 888, de 4 de maio de 2021, estabelece os padrões microbiológicos da água para consumo humano. Entre os critérios previstos, está a ausência de Escherichia coli em 100 mL da amostra, conforme o tipo de abastecimento (Brasil, 2021).

A segurança hídrica, especialmente no que se refere à qualidade da água, constitui o eixo central desta pesquisa. Ela abrange quatro dimensões: humana, ecossistêmica, de resiliência e econômica, que podem ser avaliadas por meio de indicadores e variáveis específicos. Este estudo concentra-se na dimensão ecossistêmica, com ênfase na qualidade da água na Zona Consolidada de Rio Branco.

Quadro 1. Proposta de avaliação da segurança hídrica

Dimensões	Indicadores da segurança hídrica	Indicador analisado	Variáveis	Fonte
Ecossistêmica	Quantidade adequada de água para usos naturais. Qualidade adequada de água para usos naturais. Segurança de barragens de rejeito de mineração	Qualidade da água.	Variação dos parâmetros biológicos – qualidade da água. Portaria GM/MS n° 888 de 4 de maio de 2021	Análise da água em laboratório, a partir da coleta em campo. ODS. ANA.

Fonte: ANA (2019). Organização dos autores.

Foram utilizados dados de análises de coliformes totais e fecais em amostras de água de poços localizados na Zona Consolidada de Rio Branco, referentes ao período de 2019 a 2022. Os laudos foram disponibilizados pela Unidade de Tecnologia de Alimentos (UTAL). Vinculada à Reitoria da Universidade Federal do Acre (UFAC), a UTAL apoia atividades de ensino, pesquisa e extensão. A unidade também oferece serviços técnicos especializados de análises microbiológicas e físico-químicas de água e alimentos, atendendo a demandas da sociedade. Tabulação dos dados

Como a UTAL analisa amostras de água e alimentos provenientes de diferentes fontes como torneiras, bebedouros e poços, os laudos foram inicialmente filtrados para selecionar aqueles referentes às análises microbiológicas de água de poços. A Tabela 1 apresenta o número de poços analisados em cada ano. Observa-se uma redução em 2020, possivelmente relacionada às restrições e à reorganização das atividades da UTAL durante a pandemia de COVID-19.

Tabela 1. Quantidade de poços submetidos à análise microbiológica, de 2019 a 2022

Ano	Quantidade de poços analisados
2019	97
2020	49
2021	71
2022	64

Fonte: UTAL. Elaboração dos autores.

Os dados dos poços foram organizados em planilhas do Microsoft Excel, com informações sobre a localização e os resultados microbiológicos registrados em cada laudo. As amostras foram classificadas em três categorias: a) Ausência/Ausência: ausência de coliformes totais e fecais; b) Presença/Ausência: presença de coliformes fecais e ausência de coliformes totais; c) Presença/Presença: presença de coliformes totais e fecais.

Para a elaboração das camadas temáticas, utilizou-se o Google Earth, no qual os pontos foram categorizados de acordo com os resultados microbiológicos definidos na etapa de tabulação. O software também foi empregado para georreferenciar os endereços registrados nos laudos, permitindo localizar as amostras no mapa e prepará-las para a análise no QGIS 3.1. Como os laudos identificavam os pontos por endereço, estes foram convertidos em coordenadas e projetados no sistema SIRGAS 2000 / UTM, zona 19S, utilizado na análise espacial.

Para identificar as áreas com maior concentração de poços cujas amostras apresentaram coliformes totais e fecais, em desconformidade com os padrões microbiológicos estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, elaborou-se um mapa de calor por meio da Estimativa de Densidade Kernel. Esse método foi utilizado para produzir uma estimativa suavizada da densidade a partir dos dados observados (Devroye, 1999, apud França, 2019). A elaboração do mapa compreendeu quatro etapas: definição do raio de busca, geração da superfície de densidade, classificação dos valores e reclassificação das classes. Esse procedimento permitiu comparar, ao longo dos anos, a distribuição e a concentração espacial dos poços cujas amostras indicaram a presença de coliformes totais e fecais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Aspectos da Qualidade da Água na Zona Consolidada

A Zona Consolidada é uma área urbanizada de Rio Branco que concentra atividades comerciais, serviços e residências, além de apresentar melhores condições relativas de infraestrutura e equipamentos públicos. Em alguns bairros, a rede pública de distribuição é utilizada em conjunto com poços para o abastecimento de água (Saerb, 2022; Franco, 2022; Pereira e Franco, 2023a).

As análises das amostras de poços da Zona Consolidada identificaram presença e ausência de coliformes totais e fecais (CT/CF) em todos os anos estudados. O número de poços analisados variou entre os anos, acompanhando diferenças na demanda por análises microbiológicas, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados das análises de coliforme total e fecal, realizado nos anos de 2019 a 2022

Resultado	Quantidade de laudos e p				
	2019		2020		
*Ausência/ Ausência	21	21,65%	15	30,61%	27
**Presença /Ausência	29	29,90%	13	26,53%	24
***Presenç a/Presença	47	48,45%	21	42,86%	20

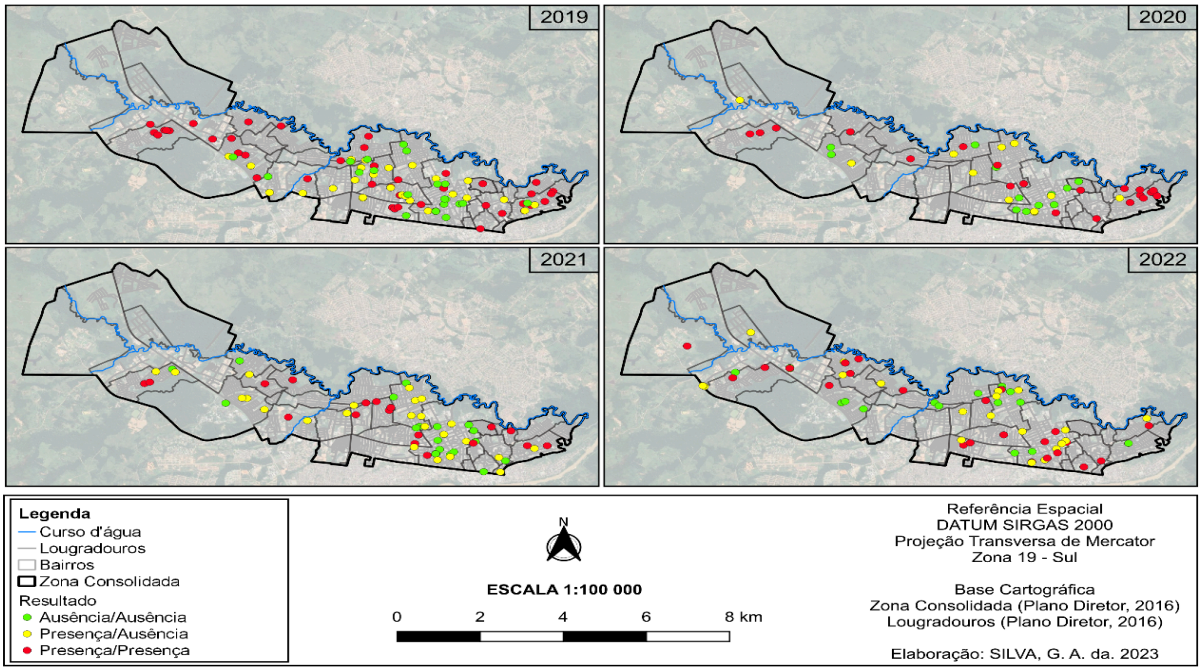
⚠ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em: https://revistatopicos.com.br/artigos/saneamento-basico-e-seguranca-hidrica-na-amazonia-ocidental-aspectos-da-portabilidade-da-agua-em-pocos-rasos-entre-os-anos-de-2019-e-2022-na-zona-consolidada-da-cidade-de-rio-branco-acre-brasil?noblockage

Nota: * Ausência/Ausência corresponde à ausência de coliformes fecais e totais.
** Presença/Ausência corresponde à presença de coliformes fecais e à ausência de coliformes totais.
*** Presença/Presença corresponde à presença de coliformes fecais e totais.
Fonte: UTAL. Elaboração dos autores.

A categoria Presença/Ausência atingiu seu maior percentual em 2021 (33,80%), enquanto a categoria Presença/Presença apresentou o maior percentual em 2019 (48,45%). Segundo a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, os padrões para água destinada ao consumo humano incluem critérios específicos para coliformes totais e Escherichia coli. A presença desses microrganismos pode indicar comprometimento da qualidade microbiológica; os coliformes termotolerantes, em particular, podem sinalizar contaminação fecal de origem humana ou animal (Brasil, 2006, 2021).

Na categoria Ausência/Ausência, o maior percentual ocorreu em 2021 (38,03%). Essa variação pode estar relacionada ao fato de que 10 das 27 amostras sem detecção naquele ano foram coletadas no mesmo local, mas em períodos distintos. A Figura 3 apresenta a distribuição espacial dos laudos.

Figura 3. Distribuição Espacial dos laudos analisados



Fonte: UTAL (2022). Elaboração dos autores.

A porção leste da Zona Consolidada, abrangendo os bairros Conquista, Geraldo Fleming, Manoel Julião, Isaura Parente, Estação Experimental, Nova Estação, Vila Ivonete, Bosque, João Augusto, IPASE, Capoeira, Cerâmica, Aviário, Baixa Colina, Guiomard Santos, São Francisco, Morada do Sol, Jardim Tropical e Adalberto Aragão, concentrou mais solicitações de análise. Essa distribuição pode estar relacionada à quantidade de residências, comércios e serviços existentes nesses bairros.

Conforme a Figura 3, entre 2019 e 2021, o bairro Bosque concentrou o maior número de poços classificados na categoria Ausência/Ausência; em 2022, esse destaque foi observado na Vila Ivonete. Na categoria Presença/Ausência, as maiores concentrações ocorreram nos bairros Bosque e Isaura Parente, em 2019; Bosque e Vila Ivonete, em 2021; e Bosque, em 2022. Em 2020, os registros dessa categoria estiveram mais distribuídos pela Zona Consolidada.

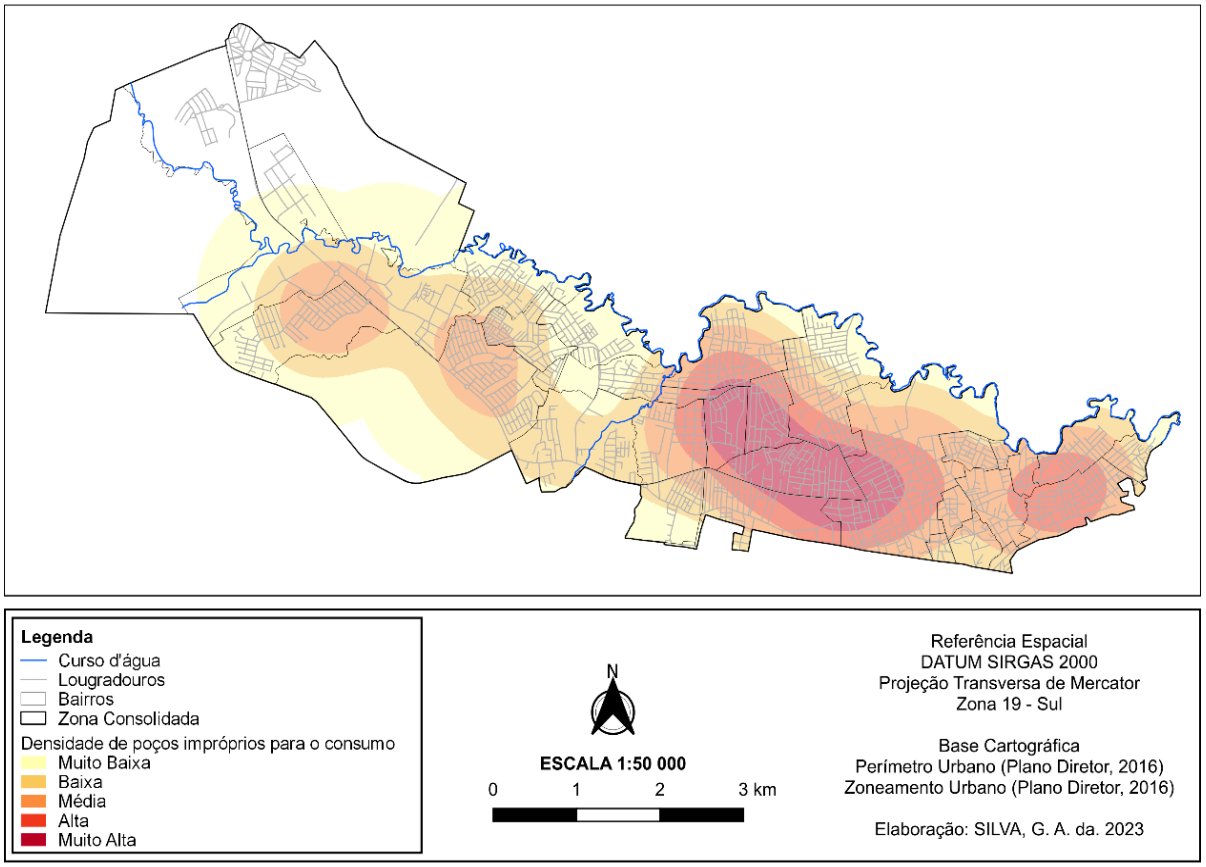
Na categoria Presença/Presença, os bairros Universitário e Morada do Sol apresentaram as maiores concentrações em 2019 e 2020; em 2022, destacaram-se Bosque e Mocinha Magalhães. Em 2021, os registros estiveram mais distribuídos pela Zona Consolidada.

b) Potabilidade da Água Segundo a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de Maio de 2021

Ao comparar os resultados com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, observa-se que mais de 60% das amostras analisadas em cada ano, de 2019 a 2022, apresentaram presença de coliformes totais e/ou fecais. Portanto, os resultados indicam desconformidade microbiológica em parcela expressiva das amostras, considerando os critérios aplicáveis da norma.

Para visualizar a distribuição espacial dos poços cujas amostras apresentaram coliformes, os dados foram representados em mapas de calor com cinco classes de intensidade, do amarelo-claro ao vermelho-intenso (Figuras 4 a 7).

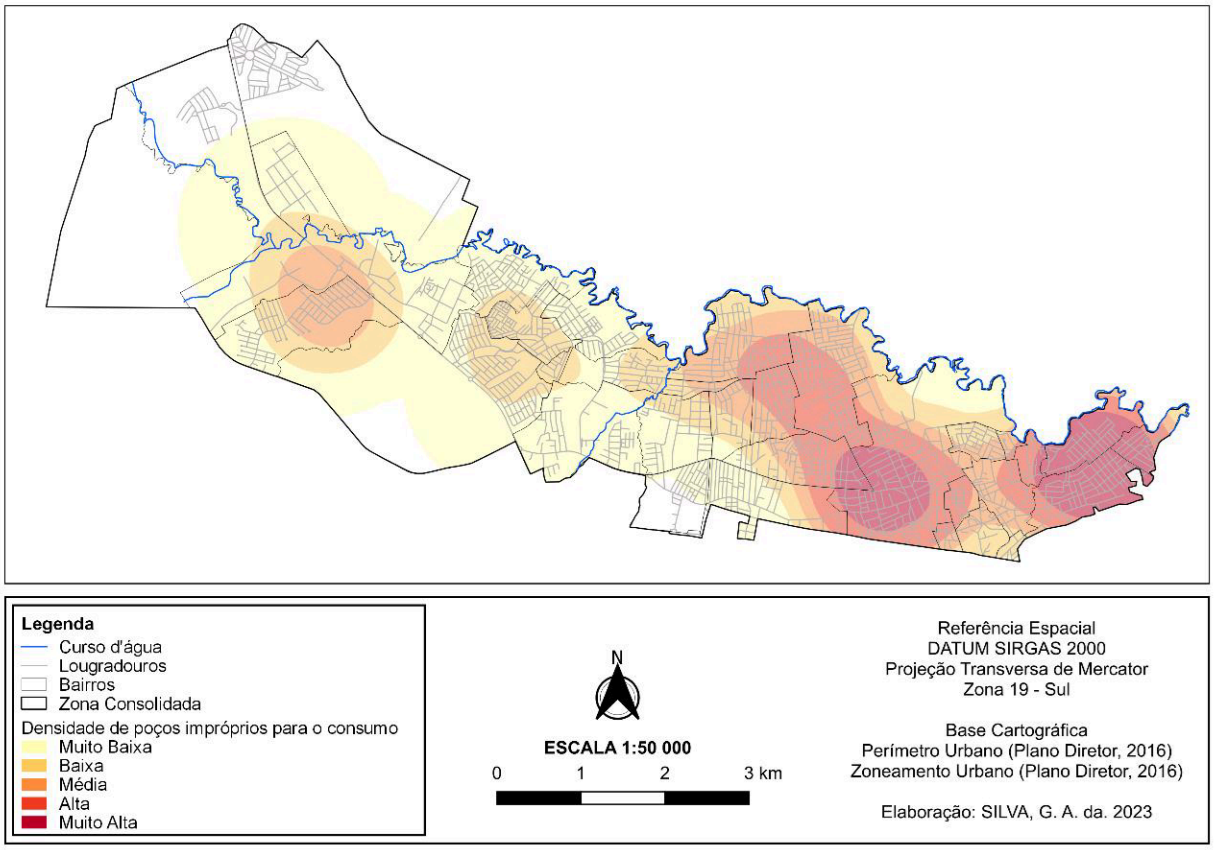
Figura 4. Densidade de poços impróprios para o consumo em 2019



Fonte: UTAL (2019). Elaborado pelos autores

Em 2019, os bairros Bosque, Estação Experimental, Isaura Parente, Vila Ivonete, Nova Estação, Manoel Julião, Iolanda, Geraldo Fleming, Conquista, Aviário, Morada do Sol, São Francisco e Jardim Tropical apresentaram densidades altas ou muito altas de poços com detecção de CT/CF (Figura 4).

Figura 5. Densidade de poços impróprios para o consumo em 2020

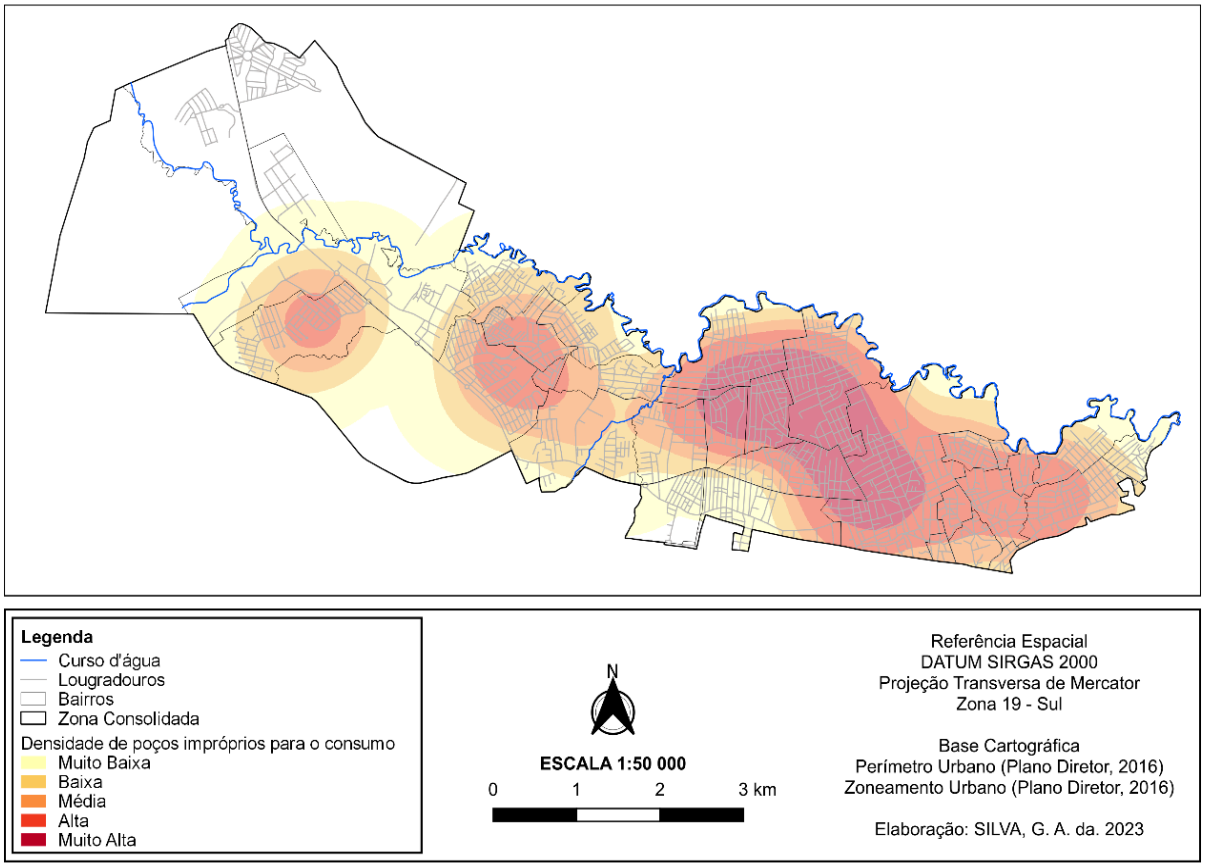


Fonte: UTAL (2020). Elaborado pelos autores

Em 2020, os bairros Bosque, Isaura Parente, Morada do Sol, São Francisco, Estação Experimental, Nova Estação, Conquista, Manoel Julião, Vila Ivonete e Aviário também apresentaram densidades altas ou muito altas. Jardim Tropical, Adalberto Aragão, João Augusto, IPASE e Baixa Colina também apareceram nessas classes, conforme a Figura 5.

Em 2020, a classe Alta abrangia 323,67 hectares, um aumento de 27,42 hectares em relação a 2019. A classe Muito Alta abrangia 219,05 hectares, uma redução de 9,72 hectares em comparação com o ano anterior.

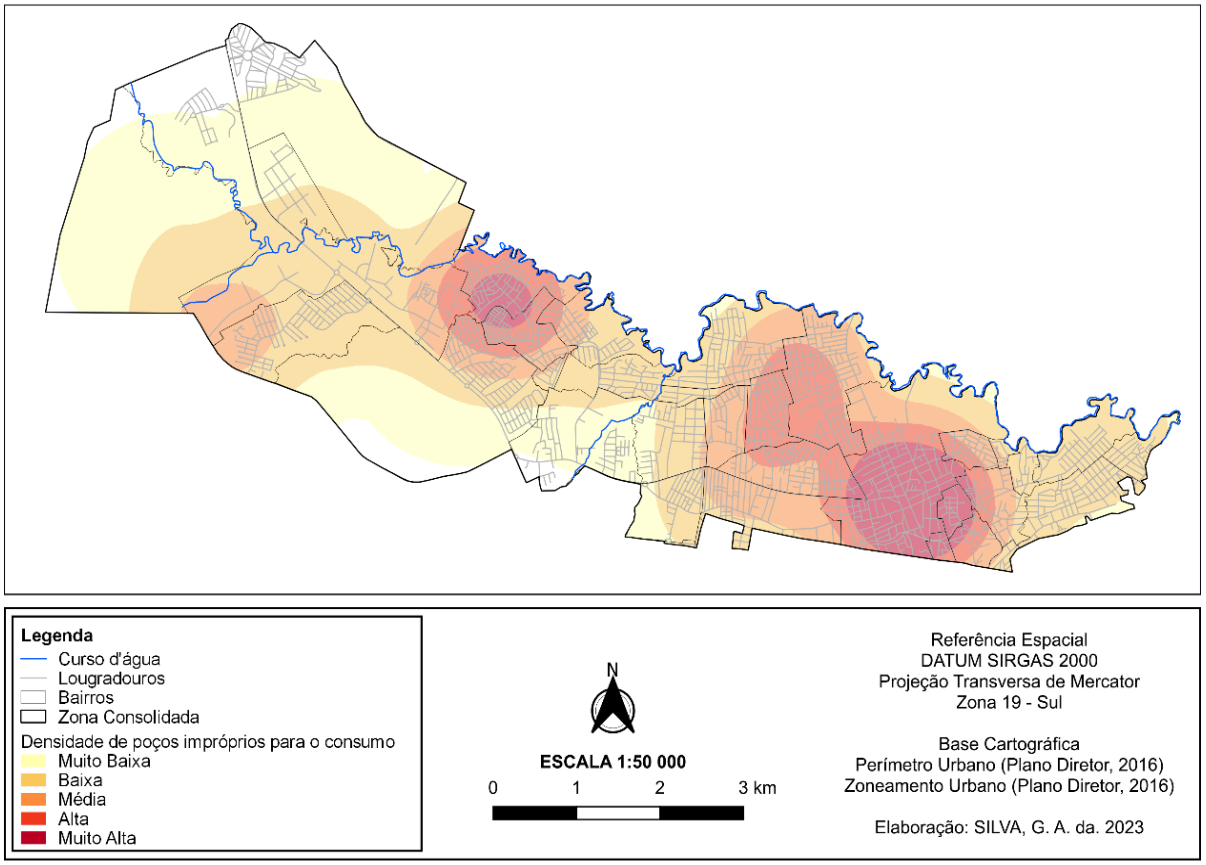
Figura 6. Densidade de poços impróprios para o consumo em 2021



Fonte: UTAL (2021). Elaborado pelos autores

Em 2021, Tucumã, Jardim Brasil, Jardim Primavera, Bairro da Paz, Rui Lino, Universitário e Capoeira apresentaram densidades altas ou muito altas de poços com detecção de coliformes. Também permaneceram nessas classes Jardim Tropical, Morada do Sol, São Francisco, Aviário, IPASE, João Augusto, Baixa Colina, Bosque, Estação Experimental, Isaura Parente, Vila Ivonete, Nova Estação, Manoel Julião, Iolanda, Geraldo Fleming e Conquista (Figura 6).

Figura 7. Densidade de poços impróprios para o consumo em 2022



Fonte: UTAL (2022). Elaborado pelos autores

Em 2022, Mocinha Magalhães e Distrito Industrial também apareceram nas classes Alta e Muito Alta. Além disso, Rui Lino, Capoeira, João Augusto, Aviário, Bosque, Isaura Parente, Vila Ivonete, Nova Estação e Conquista continuaram apresentando densidades elevadas de poços com detecção de coliformes (Figura 7).

Em alguns casos, o raio utilizado na estimativa de densidade abrangeu bairros sem pontos de análise. Isso ocorre porque o mapa de calor representa uma superfície interpolada a partir dos registros próximos, não a ocorrência confirmada de contaminação em cada local. Brandão, Farias e Mustafa (2023, p. 138) observam que a contaminação pode ultrapassar os limites de uma residência e afetar poços vizinhos na mesma região.

c) Potencializadores da Contaminação das Águas na Zona Consolidada

Segundo Brandão, Farias e Mustafa (2023), um fator que pode contribuir para a contaminação dos poços é a existência de redes de esgoto antigas e obsoletas em bairros mais antigos, com possível vazamento de efluentes para o solo e o lençol freático. Entre os bairros da Zona Consolidada formados entre as décadas de 1970 e 1990 estão IPASE, Guiomard Santos, Tangará, Tucumã, Universitário, Manoel Julião, Vila Ivonete e Bosque (Mendonça et al., 2020).

Pereira e Franco (2023b) apontam que os problemas relacionados à rede de esgoto abrangem a cidade de Rio Branco. O município apresenta déficit em diversos serviços de saneamento; o esgotamento sanitário está entre os mais precários, devido à cobertura reduzida e à necessidade de manutenção da rede existente. Esse quadro é corroborado por dados da ANA (2021), citados por Brandão, Farias e Mustafa (2023):

> *Rio Branco ocupava a 92ª posição entre 100 municípios no Ranking Geral de Saneamento Básico (Ana, 2021). O indicador considera a parcela da população municipal atendida pela coleta de esgoto; em Rio Branco, esse percentual era de 21,65%. Entre as capitais brasileiras, o município estava entre os cinco piores colocados (Brandão et al., 2023, p. 143).*

Diante da baixa cobertura de esgotamento sanitário, parte da população utiliza fossas negras ou sépticas para destinar o esgoto doméstico. A falta de manutenção dessas estruturas pode favorecer a contaminação do lençol freático. Luz et al. (2023, p. 33) observam que o conteúdo de fossas pode infiltrar-se no solo e alcançar o lençol freático por percolação.

A proximidade entre poços, redes de esgoto e fossas negras ou sépticas pode comprometer a qualidade da água. Por isso, é importante observar critérios de localização e construção antes da perfuração.

> *[...] distância mínima de 30m de fossas negras, áreas que contenham lixo, aterros ou esgotos, evitando instalar um poço próximo ao outro para evitar que o volume de água não fique comprometido, objetivando que a população não sofra com o uso e consumo da água contaminada devido à ausência de uma infraestrutura adequada" (Silva et al. 2003, apud Silva et al. 2013, p. 126).*

Brito et al. (2019) constataram que 88,9% dos poços analisados em Rio Branco estavam a uma distância de 15 a 25 metros de esgotos ou fossas negras e sépticas, condição que pode contribuir para a contaminação por coliformes. Em diversos locais da cidade, a distância entre poços e fossas é inferior a 10 metros.

Em alguns casos, os resíduos são lançados sem tratamento nos igarapés urbanos e no rio Acre (Franco et al., 2018, p. 4). Bairros como Vila Ivonete, Baixa da Colina, São Francisco, Jardim Tropical, Adalberto Aragão e Morada do Sol situam-se na superfície de inundação do Igarapé São Francisco. Durante as cheias, o transporte de água superficial para o entorno dos poços pode representar uma via potencial de contaminação do lençol freático; essa possibilidade, contudo, precisa ser verificada por análises específicas.

Outro fator possível é a falta de manutenção e proteção dos poços. Segundo Brito et al. (2019), a ausência de limpeza e a vedação inadequada podem comprometer a qualidade da água. Em seu

estudo em Rio Branco, os autores identificaram poços com vedação precária ou tampas no nível do solo, condições que facilitam a entrada de resíduos, inclusive fezes de animais domésticos, sobretudo durante o período chuvoso.

Estudos de Franco et al. (2018), Furtado et al. (2020) e Brandão et al. (2023) relacionam a contaminação microbiológica dos poços à ausência ou insuficiência de saneamento básico em Rio Branco.

Esse cenário revela desafios para a segurança hídrica, para a gestão municipal e, sobretudo, para a população que utiliza água cuja qualidade pode estar comprometida. Os resultados também reforçam a importância de ampliar os serviços de saneamento e o monitoramento da água.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na Zona Consolidada de Rio Branco, mais de 60% das amostras analisadas entre 2019 e 2022 apresentaram coliformes totais e/ou fecais. Os resultados indicam que parcela expressiva das amostras não atendia aos critérios microbiológicos considerados no estudo, situação que pode representar risco à saúde da população. Os bairros com maior concentração de resultados com detecção de coliformes também enfrentam deficiências no esgotamento sanitário. A proximidade entre poços e fossas e a possibilidade de contaminação do lençol freático são fatores que merecem investigação. Em conjunto, esses elementos evidenciam desafios para a segurança hídrica, o bem-estar da população e a proteção dos ecossistemas aquáticos. Recomenda-se que o poder público amplie as ações de saneamento básico, promova campanhas de orientação sobre os cuidados necessários ao uso da água de poços e

mantenha o monitoramento periódico para identificar possíveis contaminações. Como o estudo se limitou à qualidade microbiológica da água de poços rasos na Zona Consolidada de Rio Branco, pesquisas futuras podem incluir parâmetros físico-químicos e fatores sazonais. Esses aprofundamentos poderão ampliar o conhecimento sobre a qualidade da água e seus condicionantes na área.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Unidade de Tecnologia de Alimentos (UTAL) pelo acesso ao banco de dados utilizado neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRE. Lei complementar nº 395, de 01 de março de 2022. Disponível em: https://bancodeleis.unale.org.br/Arquivo/Documents/legislacao/image/AC/LC/LC3952022.pdf. Acesso em: 19 de dezembro de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Atlas águas:** segurança hídrica do abastecimento urbano. Brasília: ANA, 2021. 332 p. Disponível em: https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/acervo/detalhe/90683. Acesso em: 1 de junho de 2023.

AMORIM, R. R. Um novo olhar na geografia para os conceitos e aplicações de geossistemas, sistemas antrópicos e sistemas ambientais. **Caminhos de Geografia,** Uberlândia, v. 13, n. 41, p. 80-101, 2012. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/download/16613/9240/. Acesso em: 13 de dezembro de 2023.

BARBOSA, M. T. et al. Avaliação de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de água de alguns poços do bairro Jardim das Copaíbas, Boa Vista, Roraima. Revista Ambiente: Gestão e Desenvolvimento, v. 11, n. 1, DEZ. 2018. Disponível em: https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/ambiente/article/download/65/62/361. Acesso em: 5 de junho de 2023.https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/ambiente/article/download/65/62/361

BRANDÃO, L. da S.; FARIAS, C. S. de; MUSTAFA, T. de O. Espaço geográfico e os riscos à saúde: uma análise a partir da qualidade microbiológica das águas dos poços urbanos no município de Rio Branco (AC). UÁQUIRI, v. 05, n. 01, p. 128 -146, 2023. DOI: https://doi.org/10.29327/268458.5.1-8.https://doi.org/10.29327/268458.5.1-8

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano.** Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 04 de junho de 2023.

_____. Lei nº 11445, de 5 de janeiro de 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 19 de dezembro de 2022.

_____. Lei nº 14026, de 15 de julho de 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art6. Acesso em: 19 de dezembro de 2022.

_____. Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Disponível em: http://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_2017.pdf. Acesso em: 05 de junho de 2023.

_____. Portaria GM/MS, de 4 de maio de 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 05 de junho de 2023.https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html.

_____. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 05 de junho de 2023.

_____. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2008. Disponível em: http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20n%C2%BA%20396.pdf. Acesso em: 05 de junho de 2023.

BRITO, Izabela Nascimento *et al*. Análise microbiológica da água de poços rasos do bairro Canaã em Rio Branco, acre, 2018. **DêCiência em Foco,** v. 3, n. 1, p. 15-24, 2019. Disponível em: https://revistas.uninorteac.edu.br/index.php/DeCienciaemFoco0/article/view/55. Acesso em: 13 dezembro de 2022.

CAPP, N. *et al.* Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS). **Geografia Ensino & Pesquisa,** v. 16, n.3, p. 77-92, 2012. Disponível em:

https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/7581/pdf. Acesso em: 30 de junho de 2023.

CASTRO, C. N de. **Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica.** Rio de Janeiro: Ipea, 2022.

FILHO, O. S. da C. Alternância do poder ou poder da alternância? as agendas dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em Rio Branco, Acre. 2016. 203 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: https://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/1114D.PDF. Acesso em: 07 de agosto de 2022.

_____.; REZENDE, S. C. O saneamento na agenda pública: a dinâmica política e a implantação dos serviços em Rio Branco (AC). G&DR, Taubaté, v. 12, p. 331-354, 2016. Disponível em: https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/2133. Acesso em: 07 de outubro de 2022.

FRANÇA, H. L. R. **Estimador de kernel para determinar zonas de incêndios no estado de Mato Grosso do Sul.** 2019. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão Ambiental) - Universidade Estadual de Mato Grosso do Su, Mundo Novo, 2019. Disponível em: https://portal.uems.br/assets/uploads/biblioteca/2020-02-27_22-08-46.pdf. Acesso em: 07 de maio de 2023.

FRANCO, A. O.; ARCOS, F. O.; PEREIRA, J. S. Uso do solo e a qualidade da água subterrânea: estudo de caso do aquífero Rio Branco, Acre, Brasil. **Águas Subterrâneas,** v. 32, p. 1-11, 2018. https://doi.org/10.14295/ras.v32i3.29178.

_____. **(Des)funcionalidades em modelos de gestão territorial e seus reflexos em comunidades tradicionais e rurais da Amazônia Sul Ocidental.** 2019. 331 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2019. Disponível em: https://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/2944. Acesso em: 07 de setembro de 2023.

LAUREANO, J. de J. *et al*. Análise da qualidade da água subterrânea: estudo de caso na microbacia do Igarapé Nazaré (Rondônia, Amazônia ocidental). **Águas Subterrâneas.** Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas, p. 1-15, 2020. DOI: http://doi.org/10.14295/ras.v35i1.2997.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Saneamento básico no
Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI.
Revista de Administração Pública (RAP). Rio de Janeiro, v. 45, n.2, p. 231-348, 2011. https://doi.org/10.1590/S0034-76122011000200003.

LUZ, C. C. *et al*. Qualidade Microbiológica de Águas de Poços no Perímetro Urbano de Confresa-MT, Brasil. **Revista PesquisAgro,** Confresa-MT, v. 3, n. 1, p. 24-35, Jan./jul. 2020. Disponível em: https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/agro/article/view/113/105. Acesso em: 10 de agosto de 2023.

MENDONÇA, J. F. et al. Rio Branco (AC): de cidade ribeirinha à cidade de grandes empreendimentos imobiliários. Ciência Geográfica, Bauru, v. 24, n. 3, p. 1321-1342, Jan./dez. 2020. Disponível em: https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIV_3/agb_xxiv_3_web/agb_xxiv_3-20.pdf. Acesso em: 10 de agosto de 2023.

MERTEN, G. H. E; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.** Porto Alegre, v. 3, n.4, p. 33-38, 2002. Disponível em: https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/irrigacao/artigos/QUALIDADE%20DA%20AGUA%20EM%20BACIAS%20HIDROGRAFICAS%20RURAIS%20UM%20DESAFIO%20ATUAL%20PARA%20A%20SOBREVIVENCIA%20FUTURA.pdf. Acesso em: 30 de junho de 2023.

MODESTO, L. J. M. *el al.* Estudo de caso sobre a qualidade da água de um poço amazônico em Belém, Pará. In: III Congresso Internacional das Ciências Agrárias – COINTER - PDVAGRO, 2018., 2018, João Pessoa. Anais III COINTER - PDVAGRO, 2018. Disponível em: https://cointer.institutoidv.org/inscricao/pdvagro/uploadsAnais/ESTUDO-DE-CASO-SOBRE-A-QUALIDADE-DA-%C3%81GUA-DE-UM-PO%C3%87O-AMAZ%C3%94NICO-EM-BEL%C3%89M,-PAR%C3%81.pdf. Acesso em: 30 de junho de 2023.

Oliveira, J. N. de *et al*. **Conflict between urban expansion and the use of Groundwater.** *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, v.9, n.6, p. 373-386, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340268474_O_conflito_entre_a_expansao_urbana_e_o_uso_da_agua_subterranea. Acesso em: 27 de maio de 2023.

OMS – Organização Mundial da Saúde. The World Health Organization Quality of Life. 2012. Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HIS-HSI-Rev. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

PEREIRA, J. da S., & Franco, A. de O. (2023). ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SUA IMPORTÂNCIA PARA O ABASTECIMENTO NA CIDADE DE RIO BRANCO- ACRE. Revista **UÁQUIRI,** v. 05, n. 01, p. 176-190, 2023b. DOI: https://doi.org/10.29327/268458.5.1-11

PEREIRA, J. da S.; FRANCO, A. de O. Os desafios do saneamento básico na cidade de Rio Branco (AC), Brasil. Revista UÁQUIRI, v. 05, n. 01, p. 56-69, 2023a. DOI: https://doi.org/10.29327/268458.5.1-4.https://doi.org/10.29327/268458.5.1-4

RIBEIRO, A. P. V.; MALTA, F. B. G. **Águas subterrâneas viabilidade do uso de água subterrânea pela empresa de abastecimento público da cidade de Caratinga**. 2016. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Instituto Tecnológico de Caratinga, Caratinga, 2016. Disponível em: http://dspace.doctum.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/590. Acesso em: 02 de junho de 2023.

Rio Branco. Lei nº 1.611 de 27 de outubro de 2006. Disponível em: http://portalcgm.riobranco.ac.gov.br/portal/legislacao/plano-diretor/. Acesso em: 3 jul. 2022.

_____. Lei nº 2.222 de 26 de dezembro de 2016. Disponível em: http://portalcgm.riobranco.ac.gov.br/portal/legislacao/plano-diretor/. Acesso em: 3 jul. 2022.

RIZZATTI, M. et al. Mapeamento da COVID-19 por meio da densidade de kernel. Metodologias e Aprendizado, v. 3, p. 44-53, 2020. DOI: https://doi/10.21166/metapre.v3i0.1312. https://doi/10.21166/metapre.v3i0.1312

SANTANA, H. B. de. **A importância do saneamento básico na área urbana do município de São João do Rio do Peixe-PB, com um enfoque no esgotamento sanitário**. 2014. 69 f Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014. Disponível em: http://www.cfp.ufcg.edu.br/geo/monografias/HENRIQUE%20BATISTA%20DE%20SANTANA.pdf. Acesso em: 19 de dezembro de 2022.

SANTOS, A. B. dos. **Avaliação Técnica dos Sistemas de Tratamento de Esgotos.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil. 2007. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/781. Acesso em: 01 de agosto de 2022.

SANTOS, C. Serviços de água e esgoto da capital serão de responsabilidade da Prefeitura de Rio Branco a partir de 1º de janeiro. **Agência de Notícias do Acre,** Rio Branco, 27 dez. 2021. Disponível em: https://agencia.ac.gov.br/servicos-de-agua-e-esgoto-da-capital-serao-de-responsabilidade-da-prefeitura-de-rio-branco-a-partir-de-1o-de-janeiro/#:~:text=A%20partir%20do%20dia%201%C2%BA,da%20Prefeitura%20de%20Rio%20Branco. Acesso em: 25 de abril de 2023.

SILVA, C. A. da *et al.* Potabilidade da água de poços rasos em uma comunidade tradicional, Curitiba-PR. **Revista Biociências,** Taubaté, v. 19, p. 88-92, 2013. Disponível em: http://periodicos.unitau.br/ojs/index.php/biociencias/article/download/1628/1273/6083. Acesso em: 26 de junho de 2023.

TRATA BRASIL. Manual do saneamento básico. 2012. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/manual-do-saneamento-basico/. Acesso em: 25 de novembro de 2022.

_____. **Painel de Saneamento Brasil – Minha localidade - Indicadores.** Disponível em: https://www.painelsaneamento.org.br/localidade?id=230440. Acesso em: 01 de nov. 2020.

VALE, C. C. do *et al*. Teoria geral do sistema: histórico e correlações com a geografia e com o estudo da paisagem. **Entre-Lugar,** Dourados, v. 3, n. 6, p. 85-108, 2012. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/viewFile/2448/1399. Acesso em: 5 de julho de 2023.

---

[1] Geógrafo pela Universidade Federal do Acre (Ufac). E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/9743457391073549.

[2] Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre (PPGEO/Ufac). Doutor. E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/6155475150720893.

[3] Professor dos cursos de graduação em Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre (PPGEO/Ufac). E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/2100248144035271.

[4] Mestrando em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre (PPGEO/Ufac). E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/9786235350070229.

[5] Discente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Acre (Ufac). E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/1989693268014824.

[6] Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre (PPGEO/Ufac). E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/2564723579233750.

[7] Professor dos cursos de graduação em Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre (PPGEO/Ufac). E-mail: acesse o artigo original para visualizar o e-mail. Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/2301206666665823.